

(51) Int.Cl.⁵

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/21

R 7218-5L

B 2 3 Q 41/08

Z 8107-3C

G 0 5 B 15/02

Z 7740-3H

審査請求 未請求 請求項の数20(全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平3-84439

(22) 出願日 平成3年(1991)3月26日

(31) 優先権主張番号 5 0 0 3 5 4

(32) 優先日 1990年3月26日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390035493

アメリカン テレフオン アンド テレグ
ラフ カムパニーAMERICAN TELEPHONE
AND TELEGRAPH COMPA
NYアメリカ合衆国、ニューヨーク、ニューヨ
ーク、マディソン アヴェニュー 550

(72) 発明者 サバツシュ シー シンガール

アメリカ合衆国 07746 ニュージャージ
イ、マルボロ、ロバーツビル ロード 62

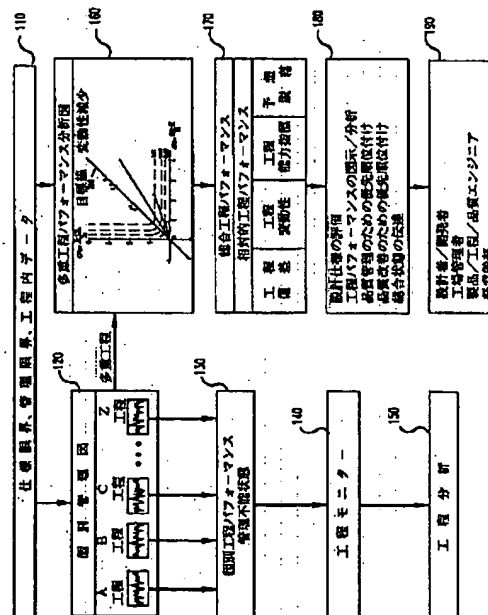
(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

(54) 【発明の名称】 品質改善方法及びそのシステム

(57) 【要約】

【目的】 多数の工程及び工程パラメータの品質状況データを全体的に管理できる品質管理方法及びシステムを提供する。

【構成】 多重工程パフォーマンス分析図160上に、多重工程環境の多数の工程の多数のパラメータのパフォーマンスデータを総合し(170)、多次元空間的に表示して、評価、分析し、多重工程環境全体の品質改善を優先順位を付けて重点的効率的に行う(180)。データの総合化の際、工程平均値の目標値からの偏差、工程変動性、工程能力指標、許容差に対する予想脱落の推定、等が分析図から容易に解釈できる。工程平均値の、目標値からの偏差の減少、及び工程変動性の減少から得られる改善の数量化が可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 システムの品質改善方法であって、前記システムは一つ以上の工程からなり、前記工程は各々一つ以上の工程パラメーターを有し、前記工程パラメーターは各々所定の許容差を有し、前記システムは前記工程パラメーターの内の選ばれたものについての情報をモニターする手段と前記モニターされた情報にตอบสนองして統計的推定値を提供する手段とを有し、前記統計的推定値は、前記工程パラメータの所定の特性を推定するものであり、前記方法は、前記統計的推定値と前記モニターされた情報とにตอบสนองして前記システムの品質を特長づける過程を有するように構成した、システムの品質改善方法において、前記方法が更に、

(ア) 前記統計的推定値とモニターされた情報とにตอบสนองして、前記工程パラメーターの第1及び第2の統計的測定指標値を生成する過程と、

(イ) 複数の前記工程パラメーターに対する前記第1及び第2の統計的測定指標値を総合し、前記測定された工程パラメーターの多次元空間に表す過程と、

(ウ) 前記測定された工程パラメーターの前記総合され多次元空間的に表された指標値の各々を、別の総合され多次元空間的に表された指標値の各々及び所定の基準尺度と比較する過程と、

(エ) 前記比較結果にตอบสนองして、前記測定された工程パラメーターの各々の相対的パフォーマンスを評価する過程と、

(オ) 前記評価結果にตอบสนองして、前記システムの品質を改善するためにはどの工程パラメーターが調整を最も必要とするかを判定する過程と、からなることを特徴とするシステムの品質改善方法。

【請求項2】 前記方法が更に、

(カ) 前記判定結果にตอบสนองして、前記判定された工程パラメーターを調整する過程と、

(キ) もはや調整を必要としないことが前記判定結果によって明示されるまで請求項1の過程を繰り返す過程と、からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記評価過程が更に、

(カ) 前記第1及び第2の測定指標値の前記基準尺度からの偏差値を測定することによってある工程パラメーターの特性とその工程パラメーターの特性の統計的尺度との比較を行い、その比較を通して工程が調整を必要とするかどうかを評価する過程からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 前記方法が更に、

(カ) 前記調整判定結果にตอบสนองして、調整を最も必要とする工程の中で優先順位を付ける過程からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記方法が更に、

(キ) 前記工程をその優先順位順に調整する過程からなることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項6】 前記優先順位を付ける過程が更に、

(キ) 第1の工程パラメーターに対する第1の偏差尺度を生成する過程と、

(ク) 第2の工程パラメーターに対する第2の偏差尺度を生成する過程と、

(ケ) 前記第1の偏差尺度及び前記第2の偏差尺度を比較する過程と、そして

(コ) 前記第1及び前記第2の偏差尺度の前記比較にตอบสนองして、各工程パラメーター調整の優先順位を設定する過程と、からなることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項7】 前記優先順位を付ける過程が更に、

(キ) 第1の工程パラメーターに対する第1の変動性の尺度を生成する過程と、

(ク) 第2の工程パラメーターに対する第2の変動性の尺度を生成する過程と、

(ケ) 前記第1の変動性の尺度及び前記第2の変動性の尺度を比較する過程と、そして

(コ) 前記第1及び前記第2の変動性の尺度の前記比較にตอบสนองして、各工程パラメーター調整の優先順位を設定する過程と、からなることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項8】 前記評価過程が更に、

(カ) 前記第1及び第2の測定された指標値の、予想脱落輪郭尺度に関しての比較にตอบสนองして、工程パラメーターの調整の必要性を評価する過程からなることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項9】 前記優先順位を付ける過程が更に、

(カ) 第1及び第2の測定された工程パラメーターの各々の前記総合され前記空間に表された第1及び第2の指標を予想脱落輪郭尺度に関して比較する過程と、

(キ) 前記第1及び第2の指標値と予想脱落輪郭との比較にตอบสนองして、前記第1及び第2の工程パラメーター調整の優先順位を設定する過程と、からなることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項10】 前記優先順位を付ける過程が更に、

(カ) 第1及び第2の測定された工程パラメーターの各々の前記第1及び第2の指標を比較する過程と、

(キ) 前記比較にตอบสนองして、前記第1及び第2の工程パラメーターの各々に対する前記指標値の最小値を判定する過程と、

(ク) 前記最小指標値にตอบสนองして、前記第1及び第2の工程パラメーター調整の優先順位を設定する過程と、からなることを特徴とする請求項4の方法。

【請求項11】 システムの品質改善を行うためのシステムであって、前記品質改善されるシステムは一つ以上の工程からなり、前記工程は各々一つ以上の工程パラメーターを有し、前記工程パラメーターは各々所定の許容差を有し、前記品質改善されるシステムは前記工程パラメーターの内の選ばれたものについての情報をモニターする手段と前記モニターされた情報にตอบสนองして統計的推

定値を提供する手段とを有し、前記統計的推定値は前記工程パラメータの所定の特性を推定するものであり、前記品質改善を行うためのシステムは、前記統計的推定値と前記モニターされた情報とに回答して前記品質改善されるシステムの品質を特徴づける手段を有するように構成した、システムの品質改善を行うためのシステムにおいて、前記品質改善を行うためのシステムが更に、

(ア) 前記統計的推定値とモニターされた情報とに回答して、前記工程パラメータの第1及び第2の統計的測定指標値を生成するための手段と、

(イ) 複数の前記工程パラメータに対する前記第1及び第2の統計的測定指標値を総合し、前記測定された工程パラメータの多次元空間に表す手段と、

(ウ) 前記測定された工程パラメータの前記総合された多次元空間的に表された指標値の各々を、別の総合された多次元空間的に表された指標値の各々及び所定の基準尺度と比較する手段と、

(エ) 前記比較結果に回答して、前記測定された工程パラメータの各々の相対的パフォーマンスを評価する手段と、

(オ) 前記評価結果に回答して、前記品質改善されるシステムの品質を改善するためにはどの工程パラメータが調整を最も必要とするかを判定する手段と、からなることを特徴とするシステムの品質改善を行うためのシステム。

【請求項12】 前記品質改善を行うためのシステムが更に、

(力) 前記判定結果に回答して、前記判定された工程パラメータを調整する手段と、

(キ) もはや調整を必要としないことが前記判定結果によって明示される時点を判定する手段と、からなることを特徴とする請求項11の品質改善を行うためのシステム。

【請求項13】 前記評価する手段が更に、

(力) 前記第1及び第2の測定指標値の前記基準値からの偏差値を測定することによってある工程パラメータの特性とその工程パラメータの特性の統計的尺度との比較を行い、その比較を通して工程が調整を必要とするかどうかを評価する手段からなることを特徴とする請求項11の品質改善を行うためのシステム。

【請求項14】 前記品質改善を行うためのシステムが更に、

(力) 前記調整判定結果に回答して、調整を最も必要とする工程の中で優先順位を付ける手段からなることを特徴とする請求項11の品質改善を行うためのシステム。

【請求項15】 前記品質改善を行うためのシステムが更に、

(キ) 前記工程をその優先順位順に調整する手段からなることを特徴とする請求項14の品質改善を行うためのシステム。

【請求項16】 前記優先順位を付ける手段が更に、

(キ) 第1の工程パラメータに対する第1の偏差尺度を生成する手段と、

(ク) 第2の工程パラメータに対する第2の偏差尺度を生成する手段と、

(ケ) 前記第1の偏差尺度及び前記第2の偏差尺度を比較する手段と、そして

(コ) 前記第1及び前記第2の偏差尺度の前記比較に回答して、各工程パラメータ調整の優先順位を設定する手段と、からなることを特徴とする請求項14の品質改善を行うためのシステム。

【請求項17】 前記優先順位を付ける手段が更に、

(キ) 第1の工程パラメータに対する第1の変動性の尺度を生成する手段と、

(ク) 第2の工程パラメータに対する第2の変動性の尺度を生成する手段と、

(ケ) 前記第1の変動性の尺度及び前記第2の変動性の尺度を比較する手段と、そして

(コ) 前記第1及び前記第2の変動性の尺度の前記比較に回答して、各工程パラメータ調整の優先順位を設定する手段と、からなることを特徴とする請求項14の品質改善を行うためのシステム。

【請求項18】 前記評価する手段が更に、

(力) 前記第1及び第2の測定された指標値の、予想脱落輪郭尺度に関しての比較に回答して、工程パラメータの調整の必要性を評価する手段からなることを特徴とする請求項11の品質改善を行うためのシステム。

【請求項19】 前記優先順位を付ける手段が更に、

(力) 第1及び第2の測定された工程パラメータの各々の前記総合された前記空間に表された第1及び第2の指標を、予想脱落数尺度に関して比較する手段と、

(キ) 前記第1及び第2の指標値と予想脱落数との比較に回答して、前記第1及び第2の工程パラメータ調整の優先順位を設定する手段と、からなることを特徴とする請求項14の品質改善を行うためのシステム。

【請求項20】 前記優先順位を付ける手段が更に、

(力) 第1及び第2の測定された工程パラメータの各々の前記第1及び第2の指標を比較する手段と、

(キ) 前記比較に回答して、前記第1及び第2の工程パラメータの各々に対する前記指標値の最小値を判定する手段と、

(ク) 前記最小指標値に回答して、前記第1及び第2の工程パラメータ調整の優先順位を設定する手段と、からなることを特徴とする請求項14の品質改善を行うためのシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、品質管理に関し、詳しくは、多重工程環境又はシステムの全体品質を改善するために複数の工程の品質管理をその総合において分析す

るようにした、多重工程環境又はシステムにおける品質管理に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的な品質管理のプロセスには概して少なくとも次の三つの段階がある。すなわち、(1)必要とされる品質管理の仕様の定義、(2)この仕様を満足するもの、ユニット、または製品の製作、及び(3)これら製品が仕様を満足しているかどうかを確かめるための製品検査、である。

【0003】ここでまず製品の製作環境を考えてみる。10 そこでは普通、ステージ、フェーズ等の名で呼ばれる複数の工程が存在する。それらの工程を経て製品、もの、又はユニットと呼ばれる製作対象物が流れる。例えば自動車組立ラインでは、多重工程環境又はシステム内にいくつもの工程が存在する。すなわち、自動車のフレーム組立用第1工程、ボデー組立用第2工程、エンジン組立用第3工程、インテリア組立用第4工程、特殊仕様車用オプション品組立用第5工程、等である。

【0004】又、各工程は一般に一つ以上の工程パラメーターを有し、これらのパラメーターは設計基準又は仕様を反映した目標値と許容差とを有する。製作工程において妥当な品質の度合を取得維持するためには、例えば製作工程中の異なるステージで製作されている製品のパラメーターを選んでサンプリングすることにより、モニターするのが望ましい。一般にサンプリングには、多重工程環境又はシステムを形成するN個の工程の各々又は選ばれた工程における製品の分析を含む。

【0005】製品のパラメーターをサンプリングすると、サンプリングのプロセス中に得られたデータを解釈するための方法原則を構築することが望ましくなる。このことから、かなり以前に、一般的に品質管理図と呼ばれるものが使われるようになった。

【0006】品質管理図の概略形式としては、縦座標に工程パラメーターの尺度を示し、横座標に他の変数、通常は時間又は製作の順序を示す。パラメーターの尺度は、サンプリングする製品の平均又は標準偏差値あるいはパーセント尺度のような、何か特性についての推定値とし、それらの値によって、例えば製品が仕様を満足しているかどうかを明示するようにする。

【0007】多重工程環境又はシステムにおける各工程の各パラメーター用の品質管理図は、一般に製作工程の品質の尺度としていくつかの方法で作成され、解釈して利用される。品質の尺度の解釈に応じて調整を検討考慮し、必要により製作工程に適用するのが普通である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし残念なのは、品質の尺度の解釈手順が製作工程の各ステージの個々のパラメータに焦点を絞りすぎる傾向にあることである。したがって一般に、多数の、それも、しばしば文字通り数百の品質管理図を解釈する必要が生じることになる。す

なわち、品質管理図そのものはある工程を日常的にモニターするには優秀なツールであるが、製作工程をモニターする工場管理者や技師、等が各品質管理図を個々に分析するのはしばしば、極めて困難な且つ時間を消費する作業となる。又、個々の工程パラメーターの品質管理図が解釈できたとしても、公知の品質管理図を用いて多重工程環境又はシステム全体の品質について解釈を行うのは、最もよい条件の場合でも困難である。

【0009】本発明は、これらの課題を解決するためのに、多重工程環境又はシステムにおける品質を改善するための方法、システム、及び装置を提供するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明において、品質管改善の対象とする多重工程環境又はシステムには、一つ以上の工程があり、これらの工程は各々一つ以上の工程パラメーターを有し、これらの工程パラメーターは各々所定の許容差を有する。これら工程パラメーターの内の選ばれたものについての情報がモニターされる。モニターされた情報は、統計的推定値の推定に用いられる。これらの統計的推定値は、平均又は標準偏差値のような、工程パラメーターの所定特性を推定するためのものである。

【0011】本発明による、多重工程環境又はシステムにおける品質を改善するための方法、システム、及び装置においては、まず、工程パラメーターの第1及び第2の統計的測定指標値の生成、及び総合を行う。総合された統計的測定指標値は、多次元空間的に表される。これら総合され多次元空間的に表された指標値の各々は、別の総合され多次元空間的に表された指標値の各々、及び所定の基準値と比較される。

【0012】これらの比較結果に基づいて、これら測定された工程パラメーターの各々の相対的パフォーマンスが評価され、多重工程環境又はシステムの品質を改善するためにはどの工程パラメーターが調整を最も必要とするかが判定される。調整を要する工程パラメーターは、ある優先順位付けした順序にしたがって調整される。この優先順位は、目標値からの絶対的又は相対的偏差、変動性、第1及び第2の工程パラメーターの各々に対する測定指標値の最小値、又は予想脱落数、等のいくつかの基準によって決まる。

【0013】

【実施例】以下本発明を、その実施例について図面を参照して、従来技術例と対比しながら詳細に説明する。説明の便宜上、図1は、ある品質管理のプロセスを示すものとし、以下の例においては、このプロセスを用いて従来技術による品質管理技術と、本発明により改善された品質管理技術との両方について説明する。尚、この例示によって本発明の範囲が限定されるものではない。

【0014】多重工程環境又はシステムが、棒鋼に1個

の穴をドリル加工する工程（以下A工程という）を有すると仮定する。このA工程においては、一連の棒鋼が組立ライン上を流れて来て、組立ラインのある位置に到達したときに各棒鋼それぞれに穴がドリル加工されるように計画されているとする。

【0015】工程仕様書（ステップ110）には一般に各棒鋼にあける穴として意図する直径が記載されている。この穴の仕様である意図する直径は通常、目標値、又はTと呼ばれる。この仕様には、上部仕様限界及び下部仕様限界、すなわち目標値Tの上下の許容差、があるとする。これら上部仕様限界（USL）及び下部仕様限界（LSL）は、それぞれ穴の最大直径及び最小直径となる。

【0016】製作環境においては、個々の観察値又は工程内データ（ステップ110）は、各棒鋼、又は選んだ数の棒鋼にあけた穴のサンプリング測定値を意味し、このデータからサンプリング測定値の平均又は標準偏差値のような特性が生じる。従来技術においては、各工程パラメーターごとに個々の品質管理図を作成する。ここでも例としてA工程を用いているが、本発明による方法原則はすぐに複数工程に延伸展開ができ、そこではいかなる数の工程でも、例えばA工程からZ工程までも含むような多重工程環境又はシステムが構成されることになる。

【0017】又、従来技術においては、個々の工程の管理不能状態が検知され（ステップ130）、モニターされ（ステップ140）、分析されて（ステップ150）、単一工程パラメーターについての適当な調整が行われる。

【0018】多重工程環境又はシステムと考えてよいような環境における単一工程に対する手順について述べたが、次に、本発明による多重工程パフォーマンス分析図*

$$CPU = \frac{USL - \bar{x}}{3s}$$

【0023】

【数2】

$$CPL = \frac{\bar{x} - LSL}{3s}$$

(2)

【0024】これら数式中、USLは、前に述べたように上部仕様限界（ステップ110）のことで、与えられた設計値である。LSLは下部仕様限界（ステップ110）のことで、別の与えられた設計値である。xの上に横線を1本引いた記号は、多重工程環境のある工程のあるパラメーターのサンプリングにおける個別観察値（ステップ110）の平均 μ の統計的推定値を意味する（以後本明細書の数式以外の本文中ではxと表す）。又、sは、多重工程環境のある工程のあるパラメーターのサンプリングにおける個別観察値（ステップ110）の標準偏差 σ の統計的推定値を意味する。

*による分析について説明する。この分析図は、測定された工程パラメーターを多次元空間的に表すツールを用いることによって容易に作成できる。説明の便宜上、二次元多重工程パフォーマンス分析図（ステップ160）を例として用いるが、本発明は二次元以上の多次元空間的表示の場合にも適用可能である。

【0019】この新しい分析図は、本発明により複数の工程のパフォーマンスを総合し（ステップ170）、総合データを評価し、優先順位付けし、伝達し（ステップ180）、データを人及びシステムに合わせて調整して（ステップ190）、適当な多重工程品質管理を行うためのものであり、これによって品質管理技術の進歩が達成される。

【0020】図2は、図1の多重工程パフォーマンス分析図（ステップ160）を更に詳しく示すもので、x軸、又は横座標は第1の統計的尺度を表し、図2の例では上部工程能力指標（CPU）を意味する。又、y軸、又は縦座標は第2の統計的尺度を表し、図2の例では下部工程能力指標（CPL）を意味する。これらの尺度及び以下に説明するその他の統計的尺度は、技術上周知である。例えば、ケーン（Victor E. Kane）の論文「工程能力指標」（「品質技術ジャーナル」誌、第18巻第1号、1986年1月、第41～52ページ）を参照されたい。更に別の尺度、例えば工程パラメーターの調整によってコスト節減を多重工程全体に反映する尺度も用いることができる。

【0021】ここで上記の統計的尺度CPU及びCPLについて普通に用いられる方程式を示すと、次の「数1」及び「数2」となる。

【0022】

【数1】

(1)

【0025】更に概略的にいえば、仕様限界又は管理限界は技術的には許容差と呼ばれる。又、平均又は標準偏差は、サンプリングされた工程パラメーターの統計的分布特性と呼ばれる。そして、サンプリングする工程パラメーターの各々に対して多次元データ点があり、このデータ点は、工程パラメーターの、測定された指標値の表示点として多次元空間にプロットできる。本実施例においては、多工程パフォーマンス分析図（ステップ160）上に、例えば図2のデータ点Aとしてプロットできる。

【0026】技術上の経験から、CPU又はCPLの値が正の数の4（+4）を超える場合は、その工程パラメーターの変動性が非常に低いことを表示している。ここで「変動性が非常に低い」というのは、サンプリングした観測値が相互に比較的近い値であるという意味での表

現である。更に、もしCPUとCPLとの値が相互に比較的近い値であるなら、サンプリングした観測値は（ア）十分に仕様限界内にあり、且つ（イ）目標値に近い値であり、これらを総合するとサンプリングした観測値の平均 \bar{x} が値として目標値Tに近づく。

【0027】同じく経験から、CPU又はCPLの値が負の数の1（-1）より低い場合は、その工程パラメータの偏差が非常に大きいことを表示している。ここで、「偏差が非常に大きい」というのは、サンプリングした観測値の算術平均 \bar{x} が上部仕様限界（USL）又は下部仕様限界（LSL）の外、すなわち許容差の範囲外にあるという意味での表現である。

【0028】以上から、図2の実施例においては、「-1」から「+1」の間のCPU及びCPLの値について強調して説明するが、これによって本発明の範囲が限定されるものではない。

【0029】次に、本発明の利点について説明する。そのためにまず、分析図（図1、ステップ160）用のデータ点生成のプロセスと、多重工程環境のデータ点を総合して（図1、ステップ170）多次元空間に表現するプロセスと、各工程パラメータのデータ点を解釈して個々の工程パラメータのパフォーマンスを評価し、優先順位付けし、その特徴を判定するプロセス（図1、ステップ180）とを説明する。

【0030】そして、本発明によるプロセスのステップ180及び190の原則に基づく改善について、従来技術のプロセスステップ140及び150の原則と対比しながら説明する。尚、プロセスステップ170、180、及び190は、従来技術のプロセスステップ130、140、及び150に加えてもよいし、又、これらと置き換えてもよい。

【0031】多重工程環境内の各工程は、品質管理のような目的のために統計的にモニターされる（図1、ステップ110）一つ以上のパラメータを有する。前に説明した穴のドリル加工の工程（A工程）を第1の工程として例にとると、このA工程には測定対象のパラメータとして穴の直径と深さとの二つのパラメータがあるとする。各パラメータはそれぞれ、目標値及び許容差を含む設計仕様を有する（図1、ステップ110）。

【0032】ここでは第1のパラメータを穴の直径とする。このパラメータは、最大直径及び最小直径のような目標値及び許容差を有し、それぞれ第1のパラメータのUSL及びLSLとなる。第2のパラメータとなる穴の深さは、最大深さ及び最小深さのような目標値及び許容差を有し、それぞれ第2のパラメータのUSL及びLSLとなる。

【0033】設計仕様限界又は許容差がわかっているで、これら二つのパラメータは統計的に測定可能であり、これにより、サンプリング方法原則（図1、ステップ110）によってA工程のこれら二つの工程パラメータ

ターの各々のCPU及びCPLの値の生成も可能である。

【0034】上記の棒鋼が組立ラインの次のステージに移動するにつれて更に別の成形加工が行われる。例えば次のステージには、ドリル加工した穴にねじを切る作業を行う第2の工程（B工程）があるとする。又、このB工程においては、ねじのピッチを測定すれば十分であると仮定する。前と同様に、ねじ切りのB工程の設計仕様（図1、ステップ110）は、目標値と許容差としてのUSL及びLSLを有する。ねじ穴を統計的にモニターすることにより、第2の工程のCPU及びCPLを生成できる。

【0035】従来技術を用いる品質管理従事者は、しばしば今述べた三つの工程パラメータの各々に対して一つづつの品質管理図（図1、ステップ120）を作成して、これら三つのパラメータをモニターし（図1、ステップ140）、二つの工程を分析する（図1、ステップ150）ことにより、個々の工程パフォーマンスを解釈している。

【0036】しかし、本発明によれば、第1の工程の二つのデータ点と第2の工程の一つのデータ点とを生成した後、これら三つのデータ点を図2上にプロットし、それによって、三つの工程パラメータを個々に解釈するのではなく、その総合として、多重工程環境全体について解釈するのである。

【0037】尚、本実施例においては、二つの工程と三つの工程パラメータを含む多重工程環境に対する方法原則について説明しているが、本発明は、N個の工程を有する多重工程環境の各工程の各パラメータについてのデータ点を多次元空間的に表す場合のデータ点生成にも直ちに適用できるものである。

【0038】本発明を理解するには次の事項の認識が重要である。すなわち、多重工程環境の各工程の各パラメータに対する品質管理プロセスをモニターする（図1、ステップ140）ためには、従来技術において行われるような個々の品質管理図の作成（図1、ステップ120）は、本発明の実施に際しては行ってもよいが、必要はなく、行わなくてもよいことを認識されたい。

【0039】しかし、本発明によれば、各工程パラメータについてデータ点を生成し、図2に示すように分析図上に総合する（図1、ステップ160）ことによって追加利点が得られる。したがって、図2の分析図（図1、ステップ160）においては、多重工程環境の各工程の全ての又は選ばれた工程について、個々の統計的尺度が総合される。

【0040】すなわち、本発明により、多数の工程の多数の工程パラメータを総合して分析図（図1、ステップ160）のように単一の多次元空間に表すことによって、個々の品質管理プロセスよりも全体の品質管理プロセスを改善させるような多重工程環境のパラメータの

検討、解釈が可能となるのである。

【0041】以上、図2の分析図の概略構造、N個の工程の各々が異なる数の測定可能な工程パラメーターを有する多重工程環境、各工程パラメーターの一つ以上の統計的尺度を生成する方法原則、及び一つ以上の尺度を多次元空間に表す方法原則について説明した。次にこれらを基に、図2の分析図(図1、ステップ160に対応)上に示される多次元データ点の解釈の仕方について説明する。

【0042】尚、上記において、統計的尺度の内の二つ、すなわちCPU及びCPLについて説明したが、その他の尺度、例えば工程パラメーターの調整によってコスト節減を多重工程全体に反映する尺度、品質管理技術において仕様限界に基づく工程能力指標と呼ばれる尺度、管理限界に基づく尺度、等を生成して、結果として得られるデータ点を分析図(図1、ステップ160)の多次元空間に表すこともできる。

【0043】図2に示されたデータ点(CPU, CPL)を解釈するために、図2の総合データ点から判定される四つの異なる工程パフォーマンス基準について述べる。これらの基準は多重工程環境の品質を改善するためにはどの工程パラメーターが調整を最も必要とするかを判定するのに用いられるが、ここでは又、総合工程パフォーマンス(ステップ170)に含めて、包括的に次のような呼ぶこととする。

- 【0044】1. 工程パラメーターの偏差；
2. 工程パラメーターの変動性；
3. その他の工程能力指標(例えば、別の統計的尺度CPK)(CPKは各データ点(CPU, CPL)のCPU又はCPLの内の最小値を意味する)；
4. パラメーターの説みのうちで仕様限界の外にある記録点の数の推定値(予想脱落数という)。

【0045】1. 「工程パラメーターの偏差」の説明：工程パラメーターの個々の観測点の算術平均 \bar{x} の目標値Tからの偏差を推定する方法原則について説明する。

【0046】第一段階として、サンプリングする工程パラメーターの個々の観測点の算術平均 \bar{x} が目標値Tに等しいと仮定する。又、仕様限界、すなわち許容差が目標値に関して対称と仮定する。これらの仮定を数学的に表すと、

$$\bar{x} = T, \text{又は}$$

$$\bar{x} = (USL + LSL) / 2, \text{又は}$$

$$USL - \bar{x} = \bar{x} - LSL, \text{又は}$$

$$(USL - \bar{x}) / 3s = (\bar{x} - LSL) / 3s, \text{又は}$$

$$CPU = CPL$$

となる。(ここで、 \bar{x} は、 \bar{x} の上に横線を一本引いた記号と同じ意味を持つものとする。)

【0047】したがって、工程パラメーターの算術平均が目標値に等しいときは、第1の統計的尺度CPUは第2の統計的尺度CPLに等しい。この結果は、図2中

に、分析図160の第1象限内の、縦座標及び横座標の両方から45度の角度をなす直線210として表される。この直線を目標線と呼ぶ。すなわち、目標線210上にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均が目標値に等しいという性質を有する。すなわち、 $\bar{x} = T$ である。そしてこのことは、このサンプリングされた工程パラメーターの算術平均とこの工程パラメーター目標値との間には偏差がないことを意味するものと解釈される。

【0048】第二段階として、工程パラメーターの算術平均が目標値よりも大きいときは、第1の統計的尺度CPUは第2の統計的尺度CPLよりも小さい。どうしてこの結論が得られるかという、上に述べたように、上部仕様限界USLと下部仕様限界LSLとは本実施例では目標値に関して対称であると仮定したので、これを数学的に表すと：

$$\bar{x} > T = (USL + LSL) / 2$$

となり、これは前に述べた数式から、

$$CPU < CPL$$

を意味するからである。

【0049】したがって、算術平均が目標値よりも大きいときは、第1の統計的尺度CPUは第2の統計的尺度CPLよりも小さい。この結果は、図2中に、分析図160の第1象限内の、目標線210よりも上側の区域として表される。すなわち、図2中の弧線220で示す範囲である。すなわち、目標線210よりも上側の区域にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均が目標値よりも大きいという性質を有する。

【0050】そしてこのことは、分析図160上のこのようなデータ点は、(ア)この工程パラメーターの算術平均と目標値の間には偏差があり、(イ)この偏差は上部仕様限界USLの方向を向いている、すなわちパラメーターの算術平均が目標値よりも大きい、ということの意味するものと解釈される。この結論は理にかなっている。その理由は、USLは目標値よりも大きいと定義されているからである。尚、LSLは、その定義から、もちろん決して目標値よりも大きくない。

【0051】又、一方、算術平均がUSLに等しいときは、CPUはゼロに等しく、工程パラメーターの、これに対応するデータ点は、y軸、又は縦座標上にある。すなわち、分析図160のy軸上にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均がUSLに等しいという性質を有する。この結果は、図2中に、縦座標と一致する直線230で示される。

【0052】他方、算術平均がUSLより大きいときは、CPUは負数となり、工程パラメーターのデータ点は、分析図160の第2象限にある。すなわち、分析図160の第2象限にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均が目標値より大きいだけでなく、又、USLよりも大きいという性質を有する。この結果

は、図2中の弧線220で示す範囲である。

【0053】第三段階として、工程パラメーターの算術平均が目標値よりも小さいときは、第1の統計的尺度CPUは第2の統計的尺度CPLよりも大きい。どうしてこの結論が得られるかというと、上に述べたように、上部仕様限界USLと下部仕様限界LSLとは本実施例では目標値に関して対称であると仮定したので、これを数学的に表すと：

$$x < T = (USL + LSL) / 2$$

となり、これは前に述べた数式から、

$$CPU > CPL$$

を意味するからである。

【0054】したがって、算術平均が目標値よりも小さいときは、第1の統計的尺度CPUは第2の統計的尺度CPLよりも大きい。この結果は、図2中に、分析図160の第1象限内の、目標線210よりも下側の区域として表される。すなわち、図2中の弧線250で示す範囲である。すなわち、目標線210よりも下側の区域にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均が目標値よりも小さいという性質を有する。

【0055】そしてこのことは、分析図160上のこのようなデータ点は、(ア)この工程パラメーターの算術平均と目標値との間には偏差があり、(イ)この偏差は下部仕様限界LSLの方向を向いている、すなわちパラメーターの算術平均が目標値よりも小さい、ということの意味するものと解釈される。この結論は理にかなっている。その理由は、LSLは目標値よりも小さいと定義されているからである。又、USLはその定義から、もちろん決して目標値よりも小さくない。

【0056】又、一方、算術平均がLSLに等しいときは、CPLはゼロに等しく、工程パラメーターの、これに対応するデータ点は、x軸、又は横座標上にある。すなわち、分析図160のx軸上にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均がLSLに等しいという性質を有する。この結果は、図2中に、横座標と*

$$\text{もし } x > T \text{ なら、} k = (x - T) / (USL - T)$$

$$\text{もし } x < T \text{ なら、} k = (T - x) / (T - USL)。$$

【0063】上部及び下部仕様限界、又は許容差は目標値に関して対称と仮定されているので、上記の算術式は次の数式「数3」に書き直すことができる。

【0064】

【数3】

$$k = \frac{|\bar{x} - T|}{\frac{USL - LSL}{2}} \quad (3)$$

【0065】相対的尺度であるこの第3の尺度kは、(ア)算術平均の、工程パラメーター目標値からの偏差の絶対値と、(イ)上部又は下部仕様限界と目標値との差、との比率を測定するものである。

【0066】この第3の尺度は図2の分析図160から

*一致する直線260で示される。

【0057】他方、算術平均がLSLより小さいときは、CPLは負数となり、工程パラメーターのデータ点は、分析図160の第4象限にある。すなわち、分析図160の第4象限にあるデータ点(CPU, CPL)は、どれもその算術平均が目標値より小さいだけでなく、LSLよりも小さいという性質を有する。この結果は、図2中の弧線270で示す範囲である。

【0058】尚、USLが目標値Tよりも大きく、LSLが目標値Tよりも小さいという仮定からすると、分析図160の第3象限にはデータ点(CPU, CPL)は存在しない。

【0059】第四段階として、今まで算術平均と目標値との間の絶対差の観点から偏差の概念をかなり詳しく説明してきたので、ここで、相対的尺度の観点からみた偏差の概念を、絶対差と比較しながら説明したい。そのためにまず、第3の統計的尺度について述べる。

【0060】第3の統計的尺度は技術的に知られており、普通、kの記号が付けられている。第3の統計的尺度は決して新しい統計的尺度ではなく、むしろ、分析図160を利用し、解釈することによって得られるものであることを強調したい。第3の統計的尺度は、工程パラメーターの相対的偏差を測定するためのものである。

【0061】相対的尺度というものは、多重工程環境の同じ工程又は異なる工程の、異なる工程パラメーター間の比較を行って、相対的偏差の場合に複数の工程パラメーター間で相対的偏差を全体として比較できるという利点を有している。このような比較ができるということは、多重工程環境の品質を改善するためにはどの工程パラメーターが調整を最も必要とするか、を判定するのに有用である。

【0062】ここで、周知の相対的尺度kを本説明における第3の統計的尺度として用いることとする。この尺度kは、算術的には次のように表される。

$$k = (x - T) / (USL - T)$$

$$k = (T - x) / (T - USL)。$$

容易に生成できる。図2のデータ点(CPU, CPL)として図中のA点について考える。第3の尺度kを生成するには、A点を通して目標線210に対して垂直な直線280を引く。直線280の、目標線210との交点をB点、y軸との交点をC点、x軸との交点をD点とする。第3の尺度kは、直線280の二つの線分の長さの比、すなわち線分ABの長さの線分BDの長さに対する比として表すことができる。これを数学的に表すと、

$$k = AB / CB$$

となる。

【0067】ここで、ABは線分ABの長さ、CBは線分CBの長さである。簡単な三角関数的関係によって、第3の尺度kは、A点と分析図160の原点とを結ぶ直

線290と目標線210との間の角度285の正接(タンジェント)に等しい。

【0068】以上説明した方法原則に従えば分析図160上のデータ点(CPU, CPL)によって表される各工程パラメーターについて第3の尺度を生成することができるのは明かである。

【0069】第五段階として、ある工程パラメーターの偏差を他の工程パラメーターとの関連において説明する。この場合、これら二つのパラメーターは同じ工程内のものでも別の工程のものでもよい。説明は上記の第3の尺度kの説明を基にこれに追加する形で行う。

【0070】一方ではまず第3の尺度kを、図2の二つ以上のデータ点(CPU, CPL)の各々について、したがって二つ以上の工程パラメーターの各々について、生成する。このように生成した第3の尺度kを最小値から最大値までの間に順位付けする。このような順位付けは、最小の相対偏差から最大の相対偏差までの間への工程パラメーターの1対1の順位付けに対応する。

【0071】他方、直線290のような一連の直線を、それぞれ図2の分析図160の原点と各工程パラメーターのデータ点(CPU, CPL)との間に引く。前の説明に従って一連の第3の尺度k、すなわち相対的偏差尺度を生成する。ここで、各尺度は、目標線210と直線290のようなデータ点を通る直線との間に形成される角度の三角法正接値に等しい。又このようにして、角度285のような一連の角度も形成される。すなわち、相対的偏差の順位付けは、このように形成された角度285のような一連の角度についての同様な順位付けと一対一に対応する。したがって、最大の角度を有する工程パラメーターは、最大の相対的偏差を有する工程パラメーターと同じパラメーターである。

【0072】この結果は、多重工程環境の品質を改善するために調整を最も必要とする工程及び工程パラメーター*

$$\frac{USL - LSL}{3s}$$

【0079】この一定比率の意味は、直線280上の全てのデータ点が、上部仕様限界と下部仕様限界との間の幅、又は差、に関して等しい変動性を有するということである。

【0080】これらのことを総合すると、直線280が分析図160の原点から離れるにしたがい、交点Bは目標線210上を原点から離れる方向に移動し、交点C及びDは、y軸及びx軸上をそれぞれ正の方向に移動する。このことは、一定比率が増加することを意味し、幅が固定の場合、標準偏差sが減少し、工程パラメーターの相対的変動性が減少することを意味する。この結論は図2上の目標線210に付けた、「変動性減少」の語の方向を指す矢印で表される。

【0081】したがって、多数の工程パラメーターに対する多数のデータ点(CPU, CPL)が分析図160

*一を優先順位付けするのに用いる。例えば、品質管理プロセスにおいて偏差に主眼が置かれている場合、相対的偏差kの順位付けと一対一に対応する順位付けした角度によって、品質改善の観点から改善対象とすべき工程パラメーター、及び多重工程環境における偏差に関連して最も顕著な品質改善を得るためにこれら工程パラメーターを調整すべき順序の判定が、容易に可能となる。

【0073】2. 「工程パラメーターの変動性」の説明：上部仕様限界USLと下部仕様限界LSLとの間の差(以下「幅」ともいう)に関連して工程パラメーターの変動性を推定する方法原則について説明する。

【0074】第一段階としてまず、標準偏差が工程パラメーターの特性で、工程の変動性の統計的尺度として用いることができるということは、技術的に周知である。本説明では標準偏差に記号sを付けてある。

【0075】相対的変動性は、標準偏差sの、幅(USL - LSL)に対する比率を意味するものとする。これを数式で表すと次の「数4」となる。

【0076】

【数4】

$$\text{相対的変動性} = \frac{s}{USL - LSL} \quad (4)$$

【0077】さきに第3の尺度kの説明の際、工程パラメーターのデータ点(CPU, CPL)から目標線210に対して垂線を引くことについて述べた。その際、データ点Aから目標線210に引いた垂線(直線280)は目標線210とB点で交差するとともに、y軸とCでんで、又、x軸とD点で交差する。この直線280上のすべての点に対して、次の「数5」に示すUSL - LSLと3sとの比率は定数で、縦座標のC点のCPLに等しく、横座標のD点のCPUに等しい。

【0078】

【数5】

(5)

上に表されるような多重工程環境においては、280のような直線が工程パラメーターの各データ点ごとに引かれることは明白である。本発明によれば、順位付けが、280のようなそれぞれの線が目標線210と交差するB点のようなそれぞれの交点と一対一で対応する場合に、工程パラメーターが相対的変動性によって順位付けされることは明白である。

【0082】この順位付けは、多重工程環境の品質管理を改善するための工程及び工程パラメーターの調整を行う際の新たな優先順位付けとなるものであることを付言したい。

【0083】ここで更に、分析図160上のデータ点で表される工程パラメーターは次のような相対的変動性を有するものと解釈されることを指摘したい。

【0084】すなわち、B点のような目標線210上の

交点が原点に近いほどこれに対応する工程パラメータの相対的変動性は高くなる。一方、目標線210上の交点が原点から遠いほど対応する工程パラメータの相対的変動性は低くなる。

【0085】このことから、原点が相対的変動性の最高になる点であることは明白である。

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s}$$

【0088】方程式(5)(数5)と方程式(6)(数6)を比較すると、第4の統計的尺度Cは、図2のD点で評価したとき、第1の統計的尺度CPUの値の1/2に等しく、図2のC点で評価したとき、第2の統計的尺度CPLの値の1/2に等しいことが明白である。したがって、次のように図2を解釈してCの値を読むことができる。

【0089】すなわち、まずB点から縦座標に垂線281を、又横座標に垂線282をそれぞれ引く。垂線281の縦座標との交点をE、横座標との交点をFとする。簡単な幾何学図形から、工程パラメータAの第4の統計的尺度Cを、分析図160中のF点で評価したときは第1の統計的尺度CPUの値として、又、E点で評価したときは第2の統計的尺度CPLの値として容易に読み取ることができる。この場合、両方の値は互いに等しい。

【0090】偏差の場合のように、工程と工程パラメータは変動性について異なる値をとることができる。したがって、例えば、品質管理プロセスにおいて変動性に主眼が置かれている場合、変動性の尺度によって、例えば最高変動値から最低変動値へというように、工程及び工程パラメータの順位付けができる。次いで、変動性減少に関して最も顕著に品質改善ができるように、この順位付けを用いて、工程及び工程パラメータに調整の優先順位付けを行う。

【0091】3.「別の統計的尺度、CPK」の説明：第五の統計的尺度であるCPKは偏差と変動性との両方に基づくものであって、ず2の分析図160から容易に判定できる。この第五の統計的尺度は、CPU及びCPL両方の最小値、すなわち、データ点(CPU, CPL)における第1及び第2の統計的尺度の小さい方として定義される。

【0092】まず、目標線210より上にデータ点(CPU, CPL)を有する工程パラメータはどれも、そのCPU値がCPL値より小さい。したがって、そのデータ点のCPU又はCPLの最小値は常にCPUである。一方、目標線210より下にデータ点(CPU, CPL)を有する工程パラメータはどれも、そのCPU値がCPL値より大きい。したがって、そのデータ点のCPU又はCPLの最小値は常にCPLである。

【0093】すなわち、第五の統計的尺度の値は、目標

*【0086】第二段階として、工程の変動性測定用の能力指標として周知の、別の統計的尺度も図2の分析図160からすぐに判定できる。特に、第4の統計的尺度を数学的に定義すると、次の「数6」となる。

【0087】

【数6】

(6)

線210より上のデータ点に対しては第一の統計的尺度CPUの値であり、目標線210より下のデータ点に対しては第二の統計的尺度CPLの値である。さきに述べたことから、目標線210上のデータ点はCPU及びCPLと同一の値を有する。以上のことから、CPKはCPU又はCPLのどちらかである。

【0094】偏差及び変動性の場合のように、工程と工程パラメータは第五の統計的尺度CPKについて異なる値をとることができる。したがって、例えば、品質管理プロセスにおいてCPKに主眼が置かれている場合、CPKの尺度によって、例えば最低CPKから最高CPKへというように、工程及び工程パラメータの順位付けができる。次いで、CPK増加に関して最も顕著に品質改善ができるように、この順位付けを用いて、工程及び工程パラメータに調整の優先順位付けを行う。これは、偏差と変動性の両方を考慮することになる。

【0095】4.「予想脱落数の推定」の説明：品質管理の一連の流れの中で、脱落数は、製作されたユニットで許容差例えば仕様限界から外れたユニットの数に関連する。この概念について、工程パラメータの値で仕様限界から外れた部分の比率に関連して脱落数を説明する。

【0096】説明の便宜上、図3に示すような、統計的分野で周知の通常の(すなわちベル形の)分布関数が、多重工程環境の各工程の各工程パラメータに適用されると仮定する。尚、この仮定によって本発明の範囲が制限されるものではない。工程パラメータの脱落数推定用に図5に示すような一連の輪郭線を引く。図5の例において、工程パラメータのデータ点(CPU, CPL)が例えば10%脱落輪郭線上にあるとすると、この工程パラメータのパラメータ値の10%が許容差又は仕様限界から外れる、すなわちUSLより大きいかLSLより小さいことを意味する。

【0097】ここで輪郭線をCPU及びCPLの関数として生成する方法原則について説明する。まず、通常の(すなわちベル形の)分布関数の表及び式を記載した統計に関する主題を扱っているいくつかの論文のどれでもよいが、例えば、ミラー(I. Miller)とフロイント(J. B. Freund)の論文「エンジニアのための確率及び統計」

(プレントイスホール社(Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ)発行、第2版(1977年)、487

ページ)を参照されたい。

【0098】本発明による輪郭の特徴の説明用に、ベル形曲線の例を図3に示す。又、10%の予想脱落に対応する輪郭線生成に用いる計算例を図4に示す。以下に10%脱落輪郭線の生成例を説明する。10%以外の輪郭線についても当業者は容易に生成できる。図4に示す10%輪郭線用の計算は、技術的に周知であり、図3のベル形曲線と関連させれば容易に理解できる。生成した輪郭線を図5に示す。

【0099】まず、CPUを任意に、例えば1と設定する。CPUを定義する方程式(1)(数1)を参照し、これに3を乗じると図4に定義されるSUの値を得る。これは3に等しい。教科書にもある通常の分布関数表を用いると、標準的通常曲線の下側でSUから無限大までの間に囲まれる面積は、SUが3のとき、0.13%に等しい。この面積は図3に面積FUとして示され、図4に数学的に定義されている。

【0100】本説明は10%の予想脱落を仮定し、通常曲線の上部(図3中の右側)の下側の面積、すなわちFUと定義された部分を0.13%と仮定したので、脱落に対応する全部分の残りの面積、すなわち図3の通常曲線の下側(図3中の左側)の下側の面積、すなわちFLと定義された部分は、9.87%となる。これは、脱落が許容差の外側、すなわちUSL又はLSLいずれかの外側に発生し、脱落全体の面積はFUとFLとの合計で、10%に等しいと仮定しているからである。以上の計算は図4に定義されている。

【0101】ふたたび、教科書にもある通常分布に関する表を用いて、標準的通常曲線の下側で負の無限大からSLの値までの面積FLが9.87%であることから、SLの値は、1.29となる。そして、図4に示すようにSLはCPLの3倍と定義されているので、対応するCPLの値は0.43となる。

【0102】以上から、10%輪郭線上の点(CPU, CPL)で(1.00, 0.43)に等しい値を有する点を得られ、図5の分析図160上に記入される。このような方法を繰り返して10%輪郭線を十分書けるほどの複数の(CPU, CPL)の値を求める。上に述べたように当業者は上記の例に従って全く同じに輪郭線を生成させることができる。図4には約15の点を計算してあり、これらをつないで図5に示す10%輪郭線を形成できる。

【0103】この方法を他の値の脱落についても繰り返して輪郭線図を完成させる。図5は、1.0%、10.0%、25.0%、及び50.0%の予想脱落値についての四本の輪郭線を示す。

【0104】以上で図5の分析図160に何本かの輪郭線が引けたので、分析図160の工程パラメータデータ点(CPU, CPL)に関して輪郭線の相対位置を基に工程パラメータの予想脱落数の推定について説明

する。例えば、図5の新しい一連のデータ点AからKまでについて考える。なおこれらのデータ点はさきに説明に用いた図2のデータ点とは異なる。

【0105】まず、図5のK点についてみると、データ点Kに対応する工程パラメータKは、25%から50%までの間の予想脱落値を有すると結論できる。25%の輪郭線と50%の輪郭線との間を補間すると、パラメータKの脱落値が50%よりは25%に近いということが分かってくる。次に、データ点Hは1%の輪郭線上にあるので、工程パラメータの予想脱落値は1%である。更に、その他の工程パラメータのデータ点は全て1%の輪郭線より上側にあるので、これらの工程パラメータの予想脱落値は1%より小さい。

【0106】偏差、変動性、及びCPKの場合のように、工程と工程パラメータは予想脱落値について異なる値をとることができる。したがって、例えば、品質管理プロセスにおいて予想脱落値に主眼が置かれている場合、予想脱落値の尺度によって、例えば最高予想脱落値から最低予想脱落値へというように、工程及び工程パラメータの順位付けができる。次いで、予想脱落値減少に関して最も顕著に品質改善ができるように、この順位付けを用いて、工程及び工程パラメータに調整の優先順位付けを行う。

【0107】まとめ：図5と図中のデータ点(CPU, CPL)AからKまでとに関連して上記の説明を更に検討すれば、多重工程環境において分析図のユーザが複数の工程パラメータに対して評価、優先順位付け、及び調整を行って多重工程環境の全体品質を改善しようとする際に、他次元的分析図160を作成する手順が、どのようにしてユーザの助けになるかが更に明白に理解される。

【0108】例えば、目標線210上にあるC点を考えてみると、これは、パラメータCの算術平均が目標値に等しく、偏差はゼロであるということの意味すると解釈される。同様に、目標線210より上側のデータ点Gと下側のデータ点Iとをみると、これらの観測点では工程パラメータG及びIは偏差があり、パラメータGの算術平均は目標値より大きく、パラメータIの算術平均は目標値より小さいことを意味すると解釈される。

【0109】又、分析図160の原点とデータ点K、H、及びJとの間にそれぞれ引いた直線510、520、及び530をみると、目標線210とこれらの直線510、520、及び530それぞれとの間の角度は最大から最小までの間に順位付けされていることになる。このことから、パラメータKは最大の相対的偏差を有し、パラメータHはKの次に大きい相対的偏差を有し、パラメータJはこの三つのパラメータ中で最小の相対的偏差を有する。そして、これと同じ順序で、各パラメータの調整の優先順位付けをすることができ

【0110】図2の直線280になぞらえた直線を図5の分析図160に引くこともできる。その結果を観察すると、パラメーターKが全パラメーター中最高の変動性を有し、一方、パラメーターBが最低の変動性を有することを意味すると解釈できる。そして、これと同じ順序で、各パラメーターの調整の優先順位付けをすることができる。

【0111】又、データ点(CPU, CPL)に対する第五の統計的尺度CPKは、すぐに生成できる。パラメーターKに対するCPKはCPLでその値は約0.2、

パラメーターD及びFのCPKはCPUでその値は約1.5である。そして、これと同じ順序で、各パラメーターの調整の優先順位付けをすることができる。

【0112】更に、上記の説明から、品質管理手順は、例えば、パラメーターKが構成要素である工程の改善を最初に取り扱い、次にパラメーターHが構成要素である工程の改善を取り扱うように優先順位付けすることもできる。パラメーターKを最初に、パラメーターHに次にする理由を説明すると次の通りである。

【0113】すなわち、製作工程のパラメーターKとパラメーターHとのサンプリング測定の結果からは、これら二つの工程パラメーターに最大の予想脱落値が発生しており、最初に第1の工程を改善し次に第2の工程を改善することによって品質管理において最大の改善が達成できる、という結論に応じて優先順位付けが行われ、そしてパラメーターKは第1の工程の構成要素であり、パラメーターHは第2の工程の構成要素であるからである。

【0114】今まで分析図160を用いて多重工程のパフォーマンス分析の観点から本発明について説明してきたが、分析図160については、この外に少なくとも二つの観点が可能である。すなわち、第2の観点は、多重工程シフト分析の観点であり、第3の観点は、多重パラメーター分析の観点である。

【0115】第2の観点からは、例えば、許容差は、仕様限界でなく、管理限界のことと考えてみる。方程式

$$(1) \text{ (数1) で定義された第1の統計的尺度CPUと、方程式 (2) (数2) で定義された第2の統計的尺度CPLとは、次の式 (7) 「数7」及び (8) 「数8」のように書き換えることができる。}$$

$$\text{CPU} = \frac{UCL - \bar{x}}{3\sigma_x} \quad (7)$$

$$\text{CPL} = \frac{\bar{x} - LCL}{3\sigma_x} \quad (8)$$

【0118】ここに、「数7」及び「数8」の、UCL

は上部管理限界で、統計的許容差値である。又、LCL

は下部管理限界で、統計的許容差値である。xの上に横線を2本引いた記号は、その工程のサンプル平均(x'の上に横線を1本引いた記号で表す)の算術平均である。そして、σに、「xの上に横線を1本引いた記号」を下付き記号として付けた記号は、工程のサンプル平均(x'の上に横線を1本引いた記号)の標準偏差である。

【0119】第3の観点からは、例えばサンプリングする観察対象を、多重工程環境の中の一組の工程から採るのでなく、製品ユニットの扱い区分としてのロット又はバッチから採る方法がある。この観点の場合、外部から到着した入荷品や最終製品のロットにおける多重パラメーターの試験又は検査結果を表すことができる。

【0120】以上の説明は、本発明の一実施例に関するもので、この技術分野の当業者であれば、本発明の種々の変形例を考え得るが、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。例えば、工程パラメーターの調整についての優先順位付けを、相対的偏差、変動性、予想脱落、又はCPKに関して行う例について説明したが、優先順位付けは工程パラメーターの調整からもたらされる相対的コスト節減に関して行ってもよい。したがって、本発明の範囲はその請求の範囲によってのみ制約される。

【0121】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、多重工程環境の品質管理において、多重工程環境の各工程の各工程パラメーターの、偏差、変動性、予想脱落、等の特性の状況を、他次元空間的な分析図に総合的に表示して、対応するので、多重工程環境全体の品質管理を行うのに、従来技術のように、個々のパラメーターごとの多数のデータと管理図を作成して分析する手間と時間が解消される。また、多重工程環境全体として優先順位付けして総合的に問題点に対応するので、品質管理改善の効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の品質管理プロセスの説明図である。

【図2】本発明の多重工程パフォーマンス分析図である。

【図3】本発明の予想脱落輪郭曲線を示す通常の分布曲線である。

【図4】本発明の予想脱落輪郭曲線の具体例を表の形で示す説明図である。

【図5】本発明の別の多重工程パフォーマンス分析図である。

【符号の説明】

110 仕様限界、管理限界、等の基礎データステップ

120 従来技術による個別管理図ステップ

130 従来技術による個別パフォーマンスデータステップ

140 従来技術による工程モニターステップ

150 従来技術による工程分析ステップ

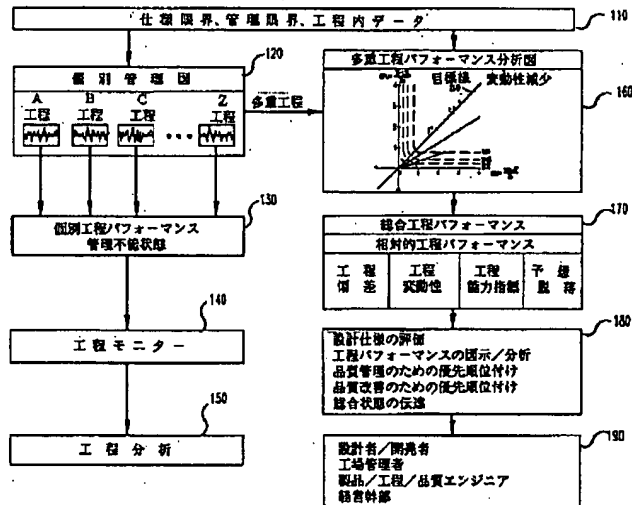
170 工程パフォーマンスの総合分析ステップ

160 多重工程パフォーマンス分析図及び分析ステップ

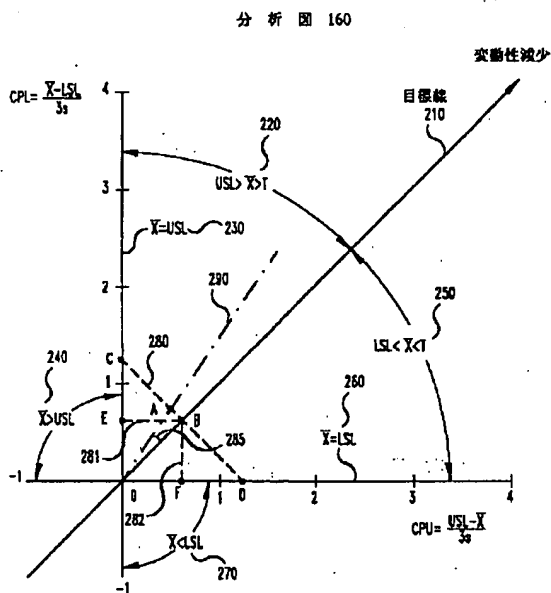
180 パフォーマンスの評価分析ステップ

フ

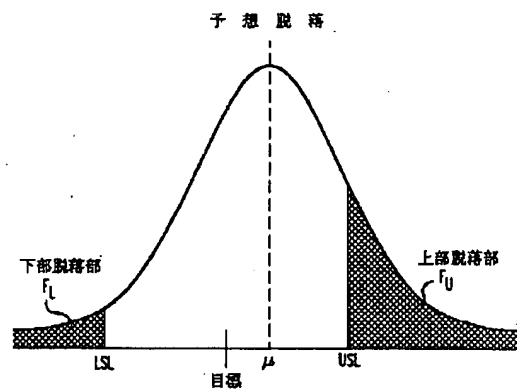
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

10.0%輪郭線の CPU & CPL

CPU	CPL	S _U	S _L	F _U	F _L	予想脱落
3.000	0.4272	9.0000	1.2816	0.0	10.0	10.0
2.000	0.4272	6.0000	1.2816	0.0	10.0	10.0
1.000	0.4300	3.0000	1.2900	0.13	9.87	10.0
0.900	0.4340	2.7000	1.3020	0.35	9.65	10.0
0.800	0.4430	2.4000	1.3290	0.82	9.18	10.0
0.700	0.4640	2.1000	1.3920	1.79	8.21	10.0
0.600	0.5070	1.8000	1.5210	3.59	6.41	10.0
0.548	0.548	1.6448	1.6448	5.00	5.00	10.0
0.5070	0.600	1.5210	1.8000	6.41	3.59	10.0
0.4640	0.700	1.3920	2.1000	8.21	1.79	10.0
0.4430	0.800	1.3290	2.4000	9.18	0.82	10.0
0.4340	0.900	1.3020	2.7000	9.65	0.35	10.0
0.4300	1.000	1.2900	3.0000	9.87	0.13	10.0
0.4272	2.000	1.2816	6.0000	0.0	10.0	10.0
0.4272	3.000	1.2816	9.0000	0.0	10.0	10.0

注

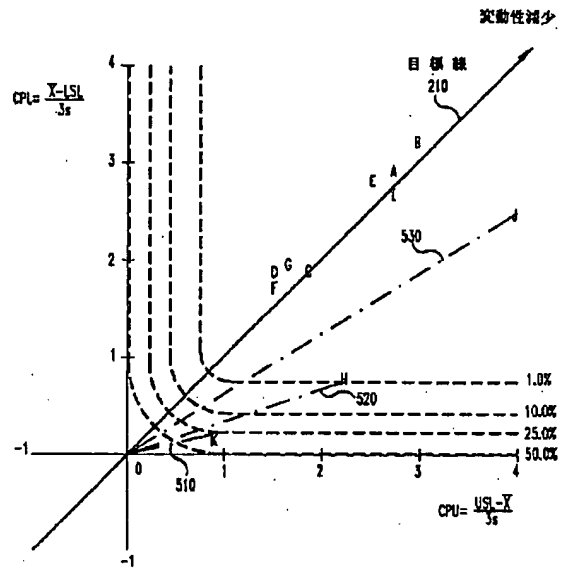
$$F_U = \int_{USL}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dx$$

$$F_L = \int_{-\infty}^{LSL} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] dx$$

$$S_U = \frac{USL - \mu}{\sigma}$$

$$S_L = \frac{\mu - LSL}{\sigma}$$

【図5】



PAT-NO: JP404223560A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04223560 A
TITLE: METHOD AND SYSTEM FOR IMPROVING QUALITY
PUBN-DATE: August 13, 1992

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
SINGHAL, SUBHASH C

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
AMERICAN TELEPH & TELEGR CO <ATT> N/A

APPL-NO: JP03084439
APPL-DATE: March 26, 1991

INT-CL (IPC): G06F015/21, B23Q041/08 , G05B015/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a method and a system for managing the quality of product, which can totally manage quality situation data on multiple processes and process parameters.

CONSTITUTION: Performance data of the multiple parameters in the multiple processes of a multiplex process environment are synthesized on a multiplex process performance analysis drawing 160 (170), are multidimensional-spatially displayed, are evaluated and analyzed. The quality of the whole multiplex process environment is selectively and efficiently improved by giving priority (180). At the time of synthesizing data, the deviation of a process average value from the target value, process fluctuation ability, a process capacity

index and the estimation of predicted omission for a permissible difference can

easily be explained from the analysis drawing. Thus, the process average value

can be expressed in numerical quantity for improvement resulting from the

reduction of the deviation from the target value and the reduction of process

fluctuation ability.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO